

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-293725

(43)公開日 平成5年(1993)11月9日

(51)Int.Cl.⁵

B 2 3 P 21/00

識別記号

3 0 1 Z 9135-3C

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全 12 頁)

(21)出願番号

特願平3-5315

(22)出願日

平成3年(1991)1月21日

(71)出願人 59T010594

株式会社 アマダソノイケ

神奈川県小田原市前川100

(72)発明者 鈴木 弘樹

神奈川県小田原市前川100

(72)発明者 日向 昭裕

静岡県富士市厚原321-6

(72)発明者 清水 雅雪

神奈川県小田原市中村原723-15

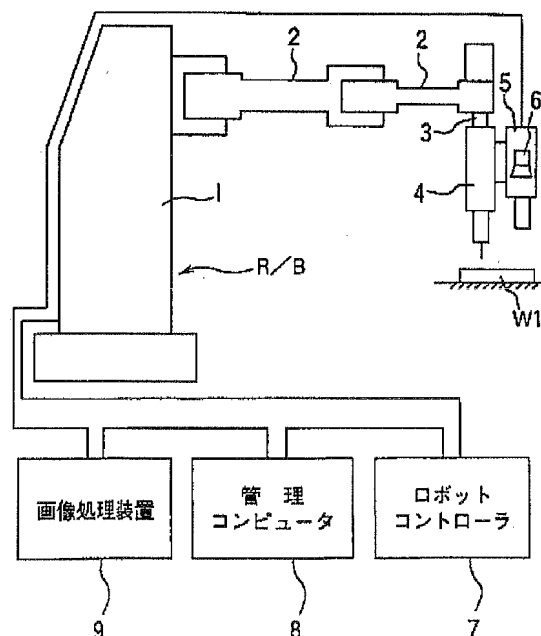
(74)代理人 弁理士 三好 保男 (外4名)

(54)【発明の名称】 フリーベアリングテーブルの組立システム

(57)【要約】

【目的】 フリーベアリング付のテーブルを効率的に組立てるために好適な組立システムを提供する。

【構成】 フリーベアリングを一個づつ吸着しテーブル面上の組立位置に対し所定のオフセットを与えた位置に移送するロボットハンド3を設け、この位置で前記テーブル面上の組立位置を撮像し、この位置と予定の位置とのずれを算出する画像処理装置9を設け、該装置で算出された補正量を参照して前記ロボットハンド3を駆動するロボットコントローラ7を設け、ハンド3に備えたねじ締め装置4の駆動により、前記フリーベアリングを所定の組立位置に組付けると共に、ねじ締め装置4のねじ締め状態を検査しつつ、多数のフリーベアリングに対し繰り返しの組立て作業を実行させる管理コンピュータを設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 テーブル面に対し多数のフリーベアリングを順次ねじ止めすることによりフリーベアリングテーブルを組立てる組立システムにおいて、前記フリーベアリングを一個づつ吸着し、吸着されたフリーベアリングを前記テーブル面上の組立位置に対し所定のオフセットを与えた位置に移送するロボットハンドを設け、この位置で前記テーブル面上の組立位置を撮像し、この位置と予定の位置とのずれを算出し、前記ロボットハンドに与えるための補正量を算出する画像処理装置を設け、該装置で算出された補正量を参照して前記ロボットハンドを駆動し、前記フリーベアリングを前記組立位置に合せるロボットコントローラを設け、前記ロボットハンドに備えたねじ締め装置の駆動により、前記フリーベアリングを所定の組立位置に組付けると共に、前記ねじ締め装置のねじ締め状態を検査しつつ、多数のフリーベアリングに対し繰り返しの組立て作業を実行させる管理コンピュータを設けたことを特徴とするフリーベアリングテーブルの組立システム。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明は、表面に多数のフリーベアリングを備えたフリーベアリングテーブルを効率良く組立てる組立システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 各種加工機に用いられる固定式または移動式のテーブルには、フリーベアリング付のものが多用されている。これは、駆動機構を持たないベアリングの球上を各種ワークが任意に移動できるようにしたものであり、一般にはテーブル面上に、格子状に多数のフリーベアリングが固定される。

【0003】 従来、この種フリーベアリング付のテーブル（フリーベアリングテーブル）は、手作業によりテーブル面上の各フリーベアリング組立位置に一個づつフリーベアリングをねじで固定することで組立てられていた。

【0004】 また、省力化のため、ロボットを用いて組立てることも一部で行われている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来のロボットによるフリーベアリングテーブルの組立作業では、あらかじめティーチングされた組立位置に位置決めを行い、部品組付とボルト締め付けを行い、次にボルト締め付けトルクを確認して組立良否の判定をするというようなものであったため、組立位置ずれが生じた場合ボルトが入らず組立が行えなかったり、ボルトの締りが硬い場合には締め切らないことを検出できず組立不良が発生するという問題点があった。

【0006】 そこで、本発明は、組立位置の正確な検出により確実な組立ができると共に、ねじ締め状態検査装置を一体化させて設けることにより組立不良をその場で発見することができるフリーベアリングテーブルの組立システムを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するため、本発明では、特許請求の範囲に記載の通りのフリーベアリングテーブルの組立システムを構成した。

【0008】

【作用】 本発明のフリーベアリングテーブルの組立システムは、上記構成であるので、組立位置にずれがなく円滑にねじ締め作業をすることができ、かつねじ締め終了後のねじ締め状態をその場で検査するので効率的である。

【0009】 ねじ締め検査は、例えば締め付けトルクが一定値以上であること、締め付け時間が一定値内であること、締め付けストロークが一定量であることで判別すれば良い。この場合、ねじ締めを一定トルクが出るまで行くと、一定ストロークが得られたことでねじ部がねじ込まれたことを知ることができ、また、一定時間内にねじ込まれたことを条件化することでねじ部材自体に異常がなかったことや不測の事故が生じていないこと等を総括的に判別できるものである。

【0010】

【実施例】 以下、添付図面を参照して本発明の実施例を説明する。

【0011】 図1は本発明の一実施例に係る組立システムの概要を示す説明図である。

【0012】 図示のように、ロボットR/Bの本体1には多関節アーム2を介してハンド3が設けられ、このハンド3には、組立工具としてのねじ締め装置4とCCDカメラ5及び照明器具6から成る撮像装置が固定されている。

【0013】 前記ロボットR/B及び前記ねじ締め装置4を制御するロボットコントローラ7は接続部材の作動タイミングを制御する管理コンピュータ8と接続されている。該管理コンピュータ8は、撮像装置と接続される画像処理装置9と接続されている。

【0014】 図2及び図3は、ねじ締め装置4及び撮像装置（5、6）を持たせたハンド3の詳細を示す正面図及び側面図である。但し、図2の正面図では撮像装置を取り除いた状態で示している。

【0015】 図2において、ハンド3には、組立工具としての一對のねじ締め装置4が設けられている。

【0016】 本例での組立作業は、図2の下方に示すように、テーブルW1の裏面からフリーベアリングW2を組付けるものであるとする。このフリーベアリングW2は、中央部にベアリングボールを収納した楕円状の板に一對の貫通孔を有し、この貫通孔にそれぞれボルトを挿

通して組立用に供されるものである。このボルトを前記テーブルW1の対応するねじ穴(ナット穴)H1、H2に螺入するのが前記ねじ締め装置4の役目である。

【0017】ねじ締め装置4は、ナットランナ本体10と、ハンド3に対して上下動するナットランナソケット11と、前記ナットランナ本体10に対しこのソケット11を常時下方向に付勢するばね13と、前記ソケット11の回転に伴って回転するレンチ14とを備えて成る。

【0018】前記ナットランナ本体10に対し固定的に設けられるブラケット15には、センサ取付板16が設けられ、このセンサ取付板16には、前記ナットランナソケット11の上端位置を締付け開始位置及び締付け終了位置の2位置で検出するストローク検出用近接スイッチ17が設けられている。

【0019】また、両ナットランナソケット11の中間部にはその下面をレンチ14の下面に略一致させてバキュームパッド18が設けられ、ハンド3の上部に設けた真空発生器19でその下面に位置するフリーベアリングW2を吸着できるようになっている。各ナットランナ本体10には一定トルク以上でオン作動するトルク検出用のリミットスイッチ20が設けられている。

【0020】したがって、本例のハンド部によれば、レベルL1の高さに位置するフリーベアリングW2に対しハンド3を移動させ、次いでばね13に抗してハンド3を下降させ、フリーベアリングW2をバキュームパッド18で吸着することにより、図3の右側に示す状態にてフリーベアリングW2をハンド3の先端部に固定することができる。

【0021】また、その後、ハンド3を移動させ、後述の位置補正動作を行ってのち、フリーベアリングW2をテーブルW1の組立位置に移動させ、適宜下降させてフリーベアリングW2のボルト21をねじ穴H1、H2に螺入すべくレンチ14を回転させることができる。レンチ14を回転させると、ボルト21がねじ穴H1、H2に螺入され、ナットランナ本体10に対しナットランナソケット11が下降する。ボルト21の締付後は、図2の左半分に示す状態からハンド3を次の作業に対して移動させれば良い。

【0022】図3に示すように、前記ハンド3の前方(図において右側)には、その下方にレンズ部22を備えたCCDカメラ5が設けられている。CCDカメラ5の両側面には、一対の照明器具6が設けられている。この照明器具6の取付間隔は、前記テーブルW1のねじ穴H1、H2の間隔と略一致される。

【0023】カメラ5は、図2のハンド部により、フリーベアリングW2がバキュームパッド18で吸着された後、テーブルW1の組立位置に移動されたとき作動される。ハンド3は、テーブルW1の組立位置の上位置にカメラ5を移動させ、この位置でねじ穴H1、H2を照明

してねじ穴H1、H2を含めてテーブルW1を撮像し、後で詳述するように、画像処理装置9で撮像位置を予定の位置と比較し、ハンド3に対するテーブルW1の被作業位置のずれを演算し、補正量を算出し、ロボットコントローラ7に対して出力し、ロボットR/Bに位置補正動作をさせる。

【0024】図4は、図1に示すシステム構成につき、特に画像処理装置9の詳細を示したブロック図である。

【0025】図示のように、画像処理装置9は、前記管理コンピュータ8と接続される通信部23と、カメラ5及び照明装置6から成る撮像装置5、6と接続される撮像指令信号出力部24及び撮像信号入力部25と、これらに接続される中央処理部26及び画像処理部27を有して成る。画像処理部27には、2値化レベル調整部28とロボット補正量算出部29が接続されている。

【0026】画像処理部27は、フレームメモリに取込んだ組立位置の前記ねじ穴H1、H2を含めた画像を処理し、数値解析するものである。2値化レベル調整部28は、画像処理部27の形状認識に際し2値化レベルを適正化するものである。ロボット補正量算出部29は、画像処理部27の数値解析結果に応じ、ロボットR/Bの補正量を得るものである。

【0027】図5は、ロボットコントローラ7の構成を示すブロック図である。

【0028】図において、ロボットコントローラ7は、前記管理コンピュータ8とデータ通信するデータ通信部30と、この通信部30と接続される中央処理部31とを備えている。この中央処理部31は、ロボットR/Bを数値制御するためのいわゆるNC装置の中核をなすものである。

【0029】前記中央処理部31と接続されるシステムバス32には、ロボットR/Bの各種サーボモータM₁を駆動するモータ駆動部33と、その他のアクチュエータ、例えば前記ねじ締め装置4が内蔵するナットランナや真空発生器19を駆動するアクチュエータ駆動部34と、各種センサ信号、例えば前記ストローク検出用近接スイッチ17やトルク検出用のリミットスイッチ20の検出信号を入力するセンサ信号入力部35と、検査部36及び時計37が接続されている。検査部36はねじ締め終了後にねじ締付け状態その場でを検査するためのものである。

【0030】上記構成のロボットコントローラ7において、中央処理部31は、モータ駆動部33を介しロボットR/Bを予め定めた目標位置に移動させ、ねじ締め装置4のナットランナを駆動してのち、検査部36でねじ締付け状態を検査させ、順次のねじ締め、組立作業を遂行する。

【0031】図6は、組立作業の全体の流れを示すフローチャートである。

【0032】ステップ601で作業内容の条件設定を

し、ステップ602でバキュームパッド18でフリーベアリングW2を吸着した上で組立位置までロボットR/Bを移動させ、カメラ5をねじ穴H1及びH2の中心位置の直上に位置させた状態でステップ603で組立位置としてのテーブルW1のねじ穴H1、H2を撮像する。ステップ604ではロボットR/Bに補正動作をさせ、ステップ605でねじ締め作業を実行させ、ステップ606でねじ締め状態を検査する。ねじ締め不良の場合にはステップ608でアラーム処理をする。

【0033】図7に、撮像時のカメラ5とテーブルW1の対応関係を示す。図中、部品取付穴H3は、ねじ穴H1、H2の中央部に設けられ、フリーベアリングW2のボール部が配置される穴である。通常ロボットR/Bは、この穴H3の中心位置P3（図示せず）に対して移動され、穴H1、H2の中心位置P1、P2（図示せず）を通る直線でフリーベアリングW2の取付方向を定める。

【0034】図8は、画像処理部27のフレームメモリFMの平面座標（XY）上に撮像された画像を示す説明図である。図示のように、ある2値化レベルで白黒画素を判定し形状認識すると、ねじ穴H1、H2及び取付穴H3に対応して円H1⁺、H2⁺、H3⁺が現われる。各形状の中心位置をP1⁺、P2⁺、P3⁺とする。

【0035】ここに、図8に示す形状H1⁺、H2⁺、H3⁺は、照明により、またはねじ穴H1、H2のねじの性状、取付穴の破断面の状態等により、それぞれゆがめられて認識されている恐れがある。したがって、ある2値化レベルで認識された形状H1⁺、H2⁺、H3⁺により各穴H1、H2、H3位置をそのまま認識すると、認識誤りを生じ、後で計算される補正值に大きな誤差を発生し、取付失敗し、不良品を発生してしまう恐れがある。

【0036】そこで、本例では、図9に示す手順により、2値化レベルを調整し形状H1⁺、H2⁺、H3⁺を適正に認識した上でロボットR/Bに対して出力すべき補正量を演算する。

【0037】まず、ステップ901で撮像による画像を得ると、ステップ902で、各ねじ穴形状H1⁺、H2⁺について、実測面積Si（i=1、2）と基準の面積Sioの差ΔSiを求める。

【0038】 $\Delta Si = Si - Sio$

次いで、ステップ903、904で、この差ΔSiが許容値ΔSio以下であるか否か、また許容値以上である場合はその方向（正、負）を判別する。

【0039】差ΔSiが許容値内であればステップ905以下の処理へ移行するが、差ΔSiが許容値外の場合には、その正負に応じ、ステップ906またはステップ907へ移行し、図10に示すように2値化レベル（明るさ）をΔLだけ減少または増加させ、ステップ902へ戻る。

【0040】したがって、本例では、各形状H1⁺、H2⁺の面積がSi基準値Sioとなるよう、2値化レベルが調整されるので、図11に示すように図10に示すレベル変化に応じて得られる2値化画像から正規の形状H1⁺、H2⁺が得られる。

【0041】そこで、本例では、ステップ905でねじ穴H1、H2の中心座標P1⁺（X1、Y1）、P2⁺（X2、Y2）を算出し、その中心座標P3⁺（X3、Y3）

$$X3 = (X1 + X2) / 2$$

$$Y3 = (Y1 + Y2) / 2$$

を取付穴H3の中心座標として求め、ねじ穴中心座標P1、P2を結ぶ直線mを求め、ステップ906で補正量を算出する。

【0042】補正量は、取付穴H3の中心座標P3⁺と正規の値との差ΔP3と、直線mの正規の直線に対するずれ角ΔAとで算出される。かくして算出された補正量は管理コンピュータ8を介してロボットコントローラ7に出力され、ロボットR/Bは補正量を加味して移動位置及び回転角度を求め、図6及び図4に示した関係でレンチ14を回転させ、ねじ締め作業を行う。

【0043】ねじ締め時には、トルク検出が行われ、またストローク検出用近接スイッチ17によってレンチ14のストローク量が検出され、確実にねじ締めされたことを確認してのち、次の動作に移る。もしアラーム発生した場合には発生アラーム内容を記憶した上で、そのときの作業を中断して次のフリーベアリングW2について組立作業を続行する。アラーム発生確率は例えば数千分の1以下の如く小さな値である。

【0044】図12は、アクチュエータ駆動部34及び検査部36が行うねじ締め方式を示すフローチャートである。

【0045】ステップ1201で上側近接スイッチ17（LS1）のオフ作動によりねじ締め開始位置を確認すると、ステップ1202へ移行し、ねじ締め装置4のナットランナを、ステップ1203で駆動トルクTが所定値Toに達したことが確認されるまで駆動する。ただし、駆動時間には上限が設けられており、何時までたっても駆動トルクが上昇しないような場合には、その設定時間経過後に駆動を停止する。本例では、駆動トルクTが一定トルクTo以上になったらリミットスイッチ20がオンするよう構成されているので、ステップ1203では、実際にはリミットスイッチ20のオンの判別による。

【0046】ステップ1204でねじ締め装置4が停止されると、ステップ1205で駆動時間tが一定値to以内であったか否かを判別し、またステップ1206で下側近接スイッチ17（LS2）のオン作動によりねじ締め終了位置を判別し、両ステップ1205、1206で適（Yes）の場合には、締付け良としてステップ1

207へ移行し、良品処理、即ち、これで次のねじ締め作業へ移行する。

【0047】一方、ステップ1205または1206で否(No)が判別された場合には、ステップ1208へ移行し、不良処理、即ちこの状態を記憶して次のねじ締め作業へ移行する。ここでの状態記憶は、その場所と、不良の原因(時間オーバ、またはストローク不足)である。

【0048】以上により、本例では、バキュームパッド18で吸着したねじ部材としてのボルト21をナットランナの駆動にて一定トルクでねじ締めすることができ、時計37とリミットスイッチ等による位置検出とで一定時間内に締付け終了したこと及び所定のストロークを得たことを検出し締付け状態を確実に判別することができる。

【0049】ここに、ねじ締めを一定トルクが出るまで行くと、一定ストロークが得られたことでねじ部がねじ込まれたことを知ることができ、また、一定時間内にねじ込まれたことを条件化することでねじ部材自体に異常がなかったことや不測の事故が生じていないこと等を総合的に判別できるものである。

【0050】因みに、ねじ締め失敗の生ずる要因を想定すると、

- ねじが合わない
- ねじに異物が付いている
- 位置合わせ不良
- その他不測の要因

等が考えられるが、の要因はトルクが出ないまたはストロークが出ないことで判別できる。の要因は一定トルクを与えてもストロークが出ないことで判別できる。の要因はと同様にトルクやストロークが出ないことで判別できる。の要因も一定トルクを与えてのちの一定時間内であること及び一定ストロークが得られるという条件から外れることでほとんど100%判別できるものである。

【0051】また、本例では、めったに生じない不良に対し、このように不良箇所及び内容を記憶して次の処理へ移行するので、不良発生によって組立作業に遅延を生じることがない。不良箇所に対しては、その部分のみを後で修理すれば良い。

【0052】以上により、本例のフリーベアリングテーブルの組立システムによれば、テーブルW1面へのフリーベアリングW2の組立作業に関し、一对のボルト21を一对のねじ穴H1、H2に対し同時に組付けて行くことができる。

【0053】組立手順は、フリーベアリングW1をバキュームパッド18で吸着した上で、レンチ14を回転させ、レンチ14の回転に行きナットランナソケット11をナットランナ本体10に対してスライドさせてゆくだけのものである。装置構成が簡単で、かつロボッ

トR/Bの制御手順に無理が無い。

【0054】さらに、本例では、画像処理装置9を設け、テーブルW1のねじ穴H1、H2を撮像した上で、撮像された一对の穴H1、H2に対して一对のボルト21を螺入するので取付失敗の恐れが少なく、アラーム発生機会を少なくする。また、特に2値化レベル調整部28により図8～図10に示す方式で面積Siが正規の面積Sioとなるよう2値化レベルの調整が為されるので、ねじ穴H1、H2の画像に多少の乱れがあっても正規の中心位置を正確に求めることができ、高精度の組立て作業を行うことができる。

【0055】本発明は上記実施例に限定されるものではなく、適宜の設計的変更を行うことにより、適宜態様で実施し得るものである。

【0056】

【発明の効果】以上の通り、本発明は特許請求の範囲に記載の通りのフリーベアリングテーブルの組立システムであるので、組立位置にずれがなく円滑にねじ締め作業することができ、かつねじ締め終了後のねじ締め状態をその場で検査するので効率的である。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の一実施例に係る組立システムの概要を示す説明図である。

【図2】図2は、ねじ締め装置をロボットハンドに一体的に取付けた状態を示す正面図である。

【図3】図3は、上記ねじ締め装置の側面図である。

【図4】図4は、組立ロボットの制御システムの構成を示すブロック図である。

【図5】図5は、ロボットコントローラの詳細を示すブロック図である。

【図6】図6は、上記ロボットの組立方式を示すフローチャートである。

【図7】図7は、撮像位置と組立位置との配置関係を示す説明図である。

【図8】図8は、画像の説明図である。

【図9】図9は、画像処理方式を示すフローチャートである。

【図10】図10は、X軸に沿った画像信号(ビデオ信号)の説明図である。

【図11】図11は、図10のビデオ信号を2値化処理した信号の説明図である。

【図12】図12は、ねじ締め方式を示すフローチャートである。

【符号の説明】

3 ロボットハンド

4 ねじ締め装置

17 ストローク検出用近接スイッチ

20 トルク検出用のリミットスイッチ

36 検査部

W1 テーブル

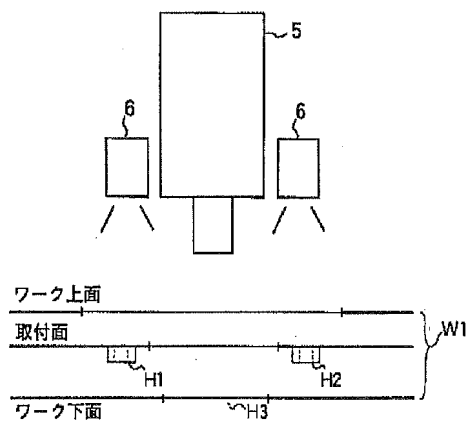
W2 フリーベアリング

H1, H2 ねじ穴

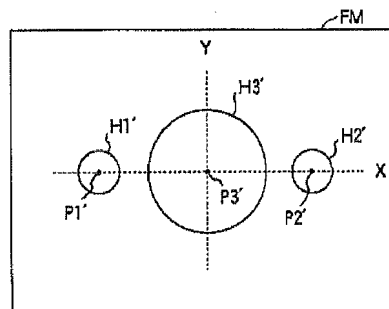
【図1】

【図2】

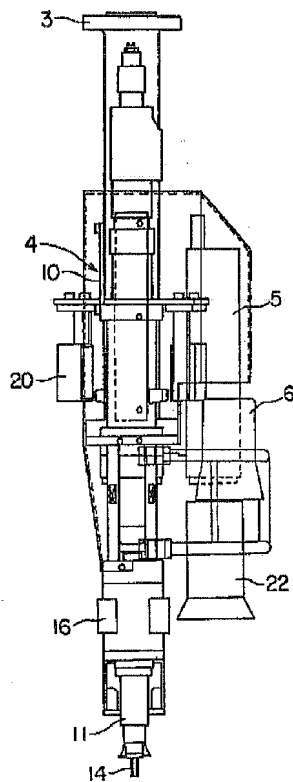
【図7】



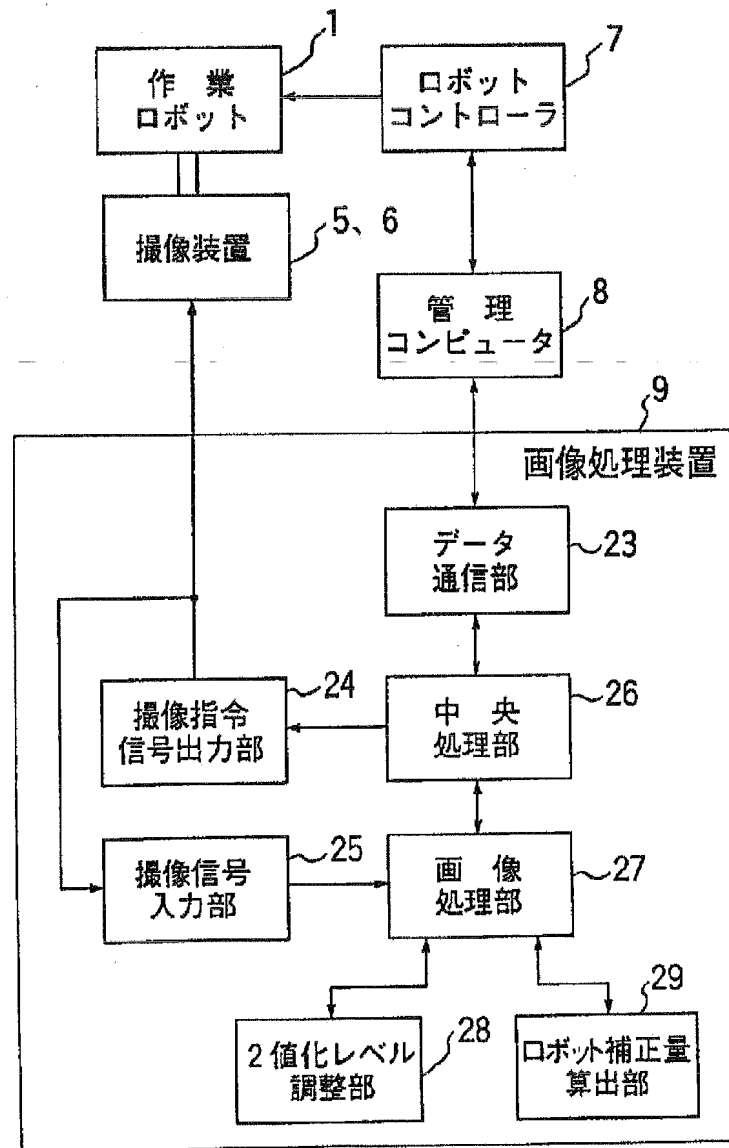
【図8】



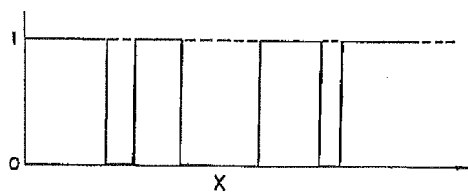
【図3】



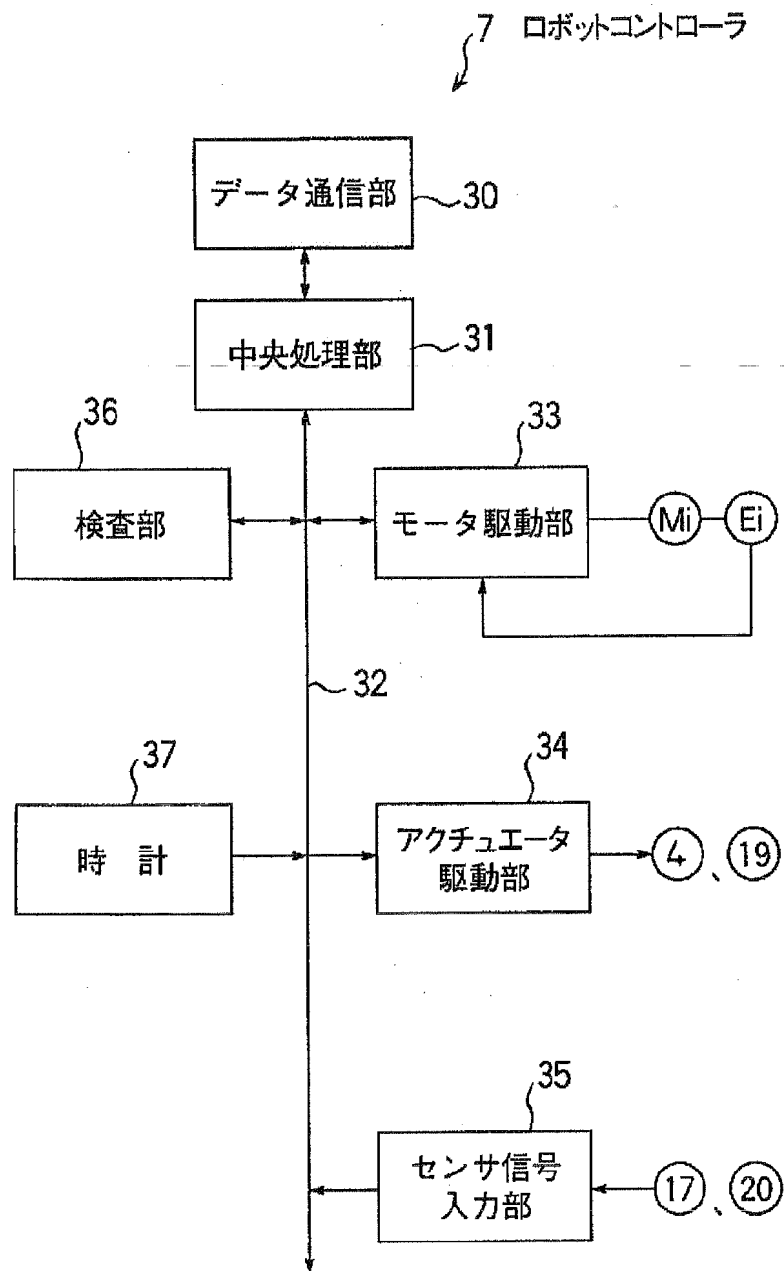
【図4】



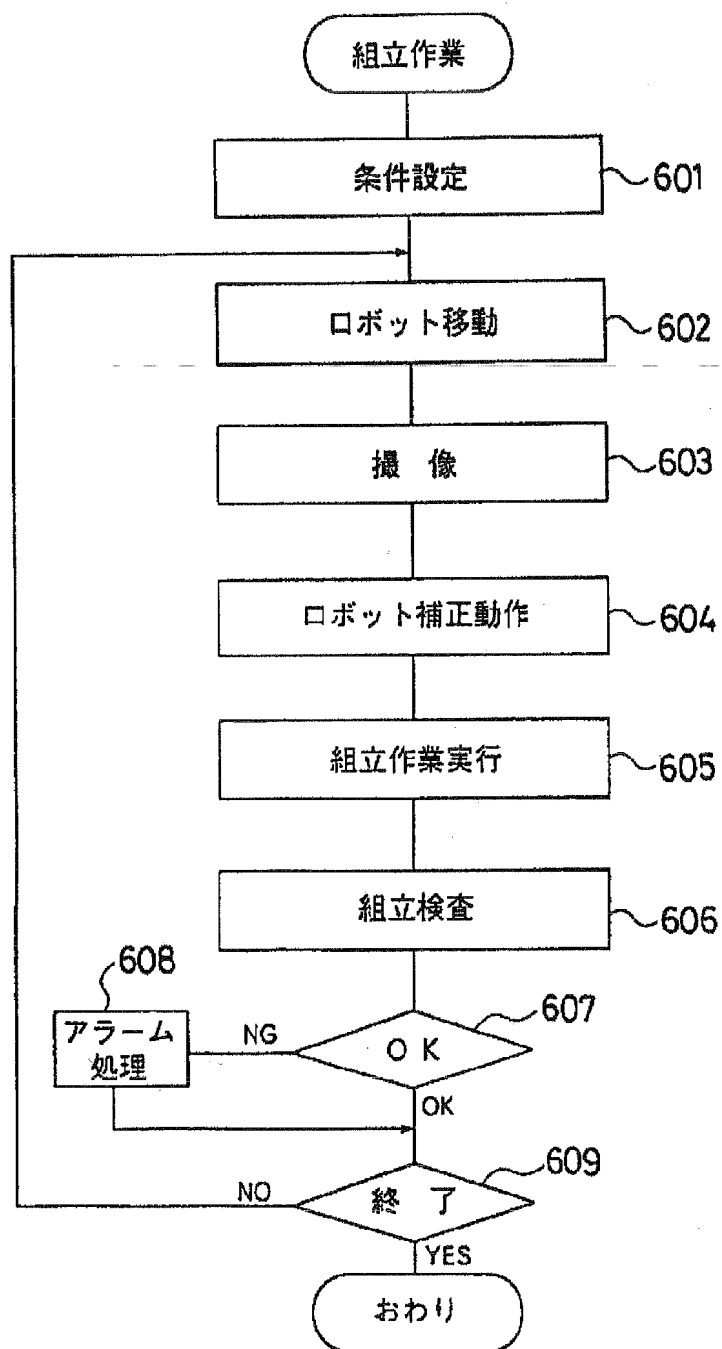
【図11】



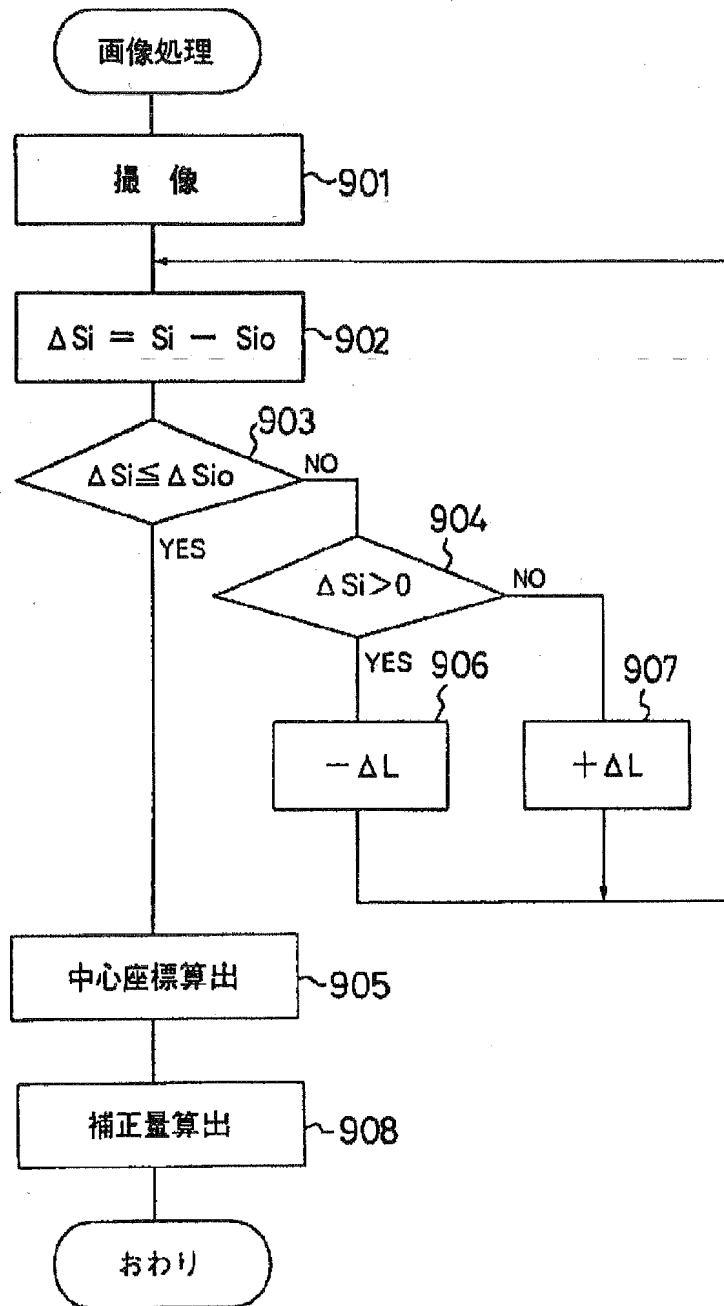
【図5】



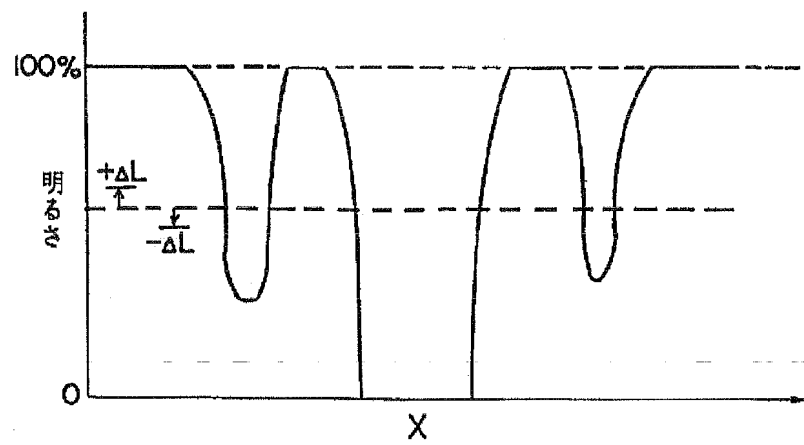
【図6】



【図9】



【図10】



【図12】

